

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Μάθημα: Ευφυής Έλεγχος

Διδάσκων: Α. Ντούνης

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΑΜ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
		4/7/2014

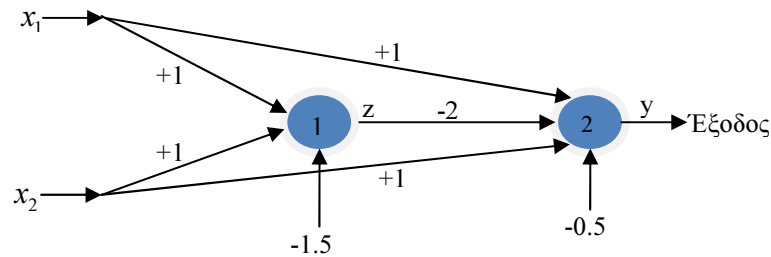
Διάρκεια εξέτασης: 2:30 ώρες

Θέμα 1^ο (10 μόρια)

Δίνεται το παρακάτω τεχνικό νευρωνικό δίκτυο (ΤΝΔ). Οι νευρώνες είναι τύπου perceptron με συνάρτηση ενεργοποίησης τη βηματική 0/1. Τα βάρη των πολώσεων των νευρώνων είναι «1». Οι εισοδοι στο ΤΝΔ είναι: $(x_1, x_2) = \{(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)\}$

α) Δημιουργήστε τον πίνακα αλήθειας για το ΤΝΔ. Ποια λογική συνάρτηση υλοποιεί το νευρωνικό δίκτυο.

β) Τι ανιχνεύει η έξοδος z του νευρώνα 1;



Λύση

Πίνακας αλήθειας που προκύπτει από το ΤΝΔ

x_1	x_2	z	y
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

α) Το ΝΔ υλοποιεί τη λογική συνάρτηση XOR.

β) Η έξοδος z του νευρώνα 1 ανιχνεύει την ύπαρξη δύο μονάδων στην είσοδο (λογική συνάρτηση AND).

Θέμα 2^ο (30 μόρια)

α) Να αποδειχθεί ο νόμος της απορρόφησης $A \cup (A \cap B) = A$. Τα ασαφή σύνολο A και B έχουν συναρτήσεις συμμετοχής $\mu_A(x)$ και $\mu_B(x)$ αντίστοιχα. Η πράξη της ένωσης αντιστοιχεί στον τελεστή max και η πράξη της τομής στον τελεστή min.

β) Να γίνουν οι πράξεις 1) $A \cup B$, 2) $A \cap B$, 3) $\bar{A} \cup \bar{B}$, μεταξύ των ασαφών συνόλων A και B χρησιμοποιώντας τους τελεστές \max , \min και τον τύπο του Sugeno: $N_s = \frac{1-a}{1+a}$. Τα ασαφή σύνολα A και B ορίζονται στο υπερσύνολο αναφοράς $U = \{3, 4, 5, 6\}$.

$$A = \left\{ \frac{0.8}{3} + \frac{1}{5} + \frac{0.6}{6} \right\}, B = \left\{ \frac{0.7}{3} + \frac{1.0}{4} + \frac{0.5}{6} \right\}$$

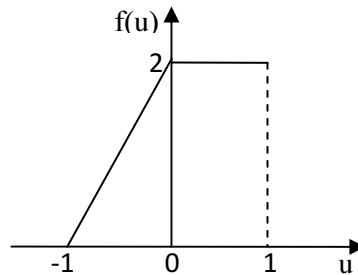
γ) Η μαθηματική έκφραση ενός συστήματος ασαφούς λογικής δίνεται από το μαθηματικό τύπο:

$$y = f(x) = \frac{\sum_{l=1}^k z^l \left(\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i) \right)}{\sum_{l=1}^k \left(\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i) \right)}$$

Ποιές βασικές λειτουργίες χρησιμοποιήθηκαν για να προκύψει η έκφραση αυτή; Να εξηγηθούν τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται.

δ) Ένας νευρώνας δέχεται είσοδο από τρεις άλλους νευρώνες των οποίων τα επίπεδα ενεργοποίησης είναι 10, -20 και 3 με αντίστοιχα συναπτικά βάρη 0.9, 0.2 και -1.5. Υπολογίστε την έξοδο του νευρώνα για κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις:

1. Ο νευρώνας είναι γραμμικός
2. Ο νευρώνας ακολουθεί το μοντέλο McCulloch Pitts
3. Ο νευρώνας έχει συνάρτηση ενεργοποίησης αυτήν που ακολουθεί στο σχήμα.



Λύση

β)

$$A \cup B = \left\{ \frac{0.8}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.6}{6} \right\}$$

$$A \cap B = \left\{ \frac{0.7}{3} + \frac{0}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.5}{6} \right\}$$

$$\bar{A} \cup \bar{B} = \left\{ \frac{0.11}{3} + \frac{1}{4} + \frac{0}{5} + \frac{0.25}{6} \right\} \cup \left\{ \frac{0.1765}{3} + \frac{0}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.33}{6} \right\} = \left\{ \frac{0.1765}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.33}{6} \right\}$$

γ) Θεωρία

δ)

1. $u = 0.5, y = 0.5$
2. $u = 0.5, y = 1$
3. $u = 0.5, y = 2$

Θέμα 3^ο (30 μόρια)

Θεωρούμε ένα σύστημα μιας εισόδου (x) και μιας εξόδου (z). Το σύστημα περιγράφεται με την ακόλουθη βάση γνώσης χρησιμοποιώντας κανόνες του τύπου Mamdani:

R1: Εάν x είναι Small Τότε z είναι Big

R2: Εάν x είναι Medium Τότε z είναι Small

R3: Εάν x είναι Big Τότε z είναι Medium

Οι συναρτήσεις συμμετοχής των ασαφών συνόλων της εισόδου είναι:

$\mu_{Small}(x) = \begin{cases} 4-x & \text{για } 3 \leq x \leq 4 \\ 0 & \text{για } 0 \leq x \leq 3 \end{cases}$	$\mu_{Medium}(x) = \begin{cases} 1- x-4 & \text{για } x-4 \leq 1 \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$	$\mu_{Big}(x) = \begin{cases} x-4 & \text{για } 4 \leq x \leq 5 \\ 0 & \text{για } 5 \leq x \leq 7 \end{cases}$
---	--	---

Οι συναρτήσεις συμμετοχής των ασαφών συνόλων της εξόδου είναι:

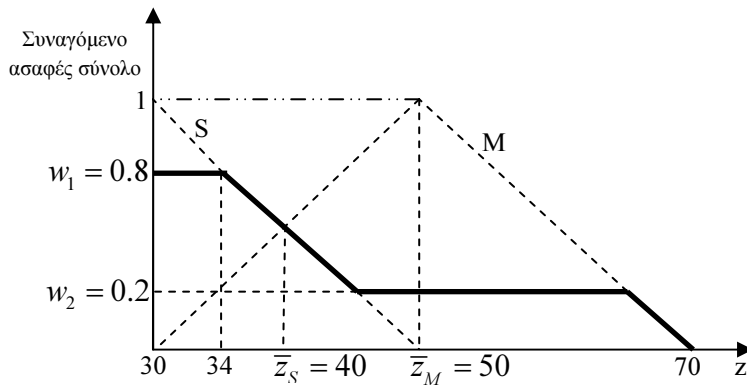
$\mu_{Small}(z) = \begin{cases} \frac{50-z}{20} & \text{για } 30 \leq z \leq 50 \\ 0 & \text{για } 0 \leq z \leq 30 \end{cases}$	$\mu_{Medium}(z) = \begin{cases} 1-\frac{ z-50 }{20} & \text{για } z-50 \leq 20 \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$	$\mu_{Big}(z) = \begin{cases} \frac{z-50}{20} & \text{για } 50 \leq z \leq 70 \\ 0 & \text{για } 70 \leq z \leq 100 \end{cases}$
--	--	--

Έστω ότι η είσοδος λαμβάνει την τιμή $x = 4.2$.

α) Να σχεδιάσετε το συναγόμενο ασαφές σύνολο από τη βάση γνώσης με βάση τον κανόνα συμπεράσματος min-max του Mamdani.

β) Να αποασαφοποιήσετε την έξοδο χρησιμοποιώντας τις μεθόδους: SOM, LOM, MOM και τη μέθοδο των υψών.

Λύση



SOM: 30, LOM: 34, MOM: 32

Αποασαφοποίηση με τη μέθοδο των υψών: $z^* = \frac{\bar{z}_S \cdot w_1 + \bar{z}_M \cdot w_2}{w_1 + w_2} = \frac{40 \cdot 0,8 + 50 \cdot 0,2}{0,8 + 0,2} = 42$

\bar{z}_S είναι η τετμημένη του κέντρου βάρους του ασαφούς συνόλου Small, $\bar{z}_S = \frac{30 + 50}{2}$

\bar{z}_M : η τετμημένη του κέντρου βάρους του ασαφούς συνόλου Medium, $\bar{z}_M = \frac{30 + 70}{2}$

Θέμα 4^ο (30%)

Ένας νευρώνας δέχεται εισόδο από δύο άλλους νευρώνες με επίπεδα ενεργοποίησης x_1 και x_2 .

Ο νευρώνας έχει συνάρτηση ενεργοποίησης $y = \frac{1}{1 + e^{-u}}$, όπου u είναι το σταθμισμένο άθροισμα των εισόδων και y η πραγματική έξοδος του νευρώνα.

α) Ο αλγόριθμος μάθησης δίνεται από την παρακάτω έκφραση:

$$\Delta w_j(k) = y(k) \cdot (\eta \cdot x_j - w_j(k)), j = 1, 2$$

Σχεδιάστε το νευρώνα και δώστε την αναλυτική μορφή διόρθωσης των συναπτικών βαρών του νευρώνα.

β) Να εφαρμοστούν οι αναδρομικοί τύποι διόρθωσης των βαρών του νευρώνα για 2 επανλήψεις. Δίνεται το παράδειγμα εκπαίδευσης του νευρώνα: $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, $d = 1$ με ρυθμός εκπαίδευσης $\eta = 0.5$ και d η επιθυμητή έξοδος του νευρώνα.

Λύση

α) Σχεδιασμός του νευρώνα (Θεωρία)

$$w_j(k+1) = w_j(k) + y(k) \cdot [\eta \cdot x_j - w_j(k)]$$

β)

Πίνακας παρουσίασης της διαδικασίας εκπαίδευσης

	Συναπτικό βάρος (w_1)	Συναπτικό βάρος (w_2)	Σταθμισμένο άθροισμα των εισόδων (u)	Πραγματική έξοδος (y)	Σφάλμα $e=d-y$
Αρχική κατάσταση	$w_1(0) = 0.1$	$w_2(0) = 0.2$	$u(0) = 0.5$	$y(0) = 0.6255$	$e(0) = 0.3775$
1 ^η επανάληψη ($k = 1$)	$w_1(1) = 0.349$	$w_2(1) = 0.698$	$u(1) = 1.745$	$y(1) = 0.8513$	$e(1) = 0.1487$
2 ^η επανάληψη ($k = 2$)	$w_1(2) = 0.4775$	$w_2(2) = 0.9551$	$u(2) = 2.3877$	$y(2) = 0.9159$	$e(2) = 0.0841$